Bemerkungen zu dem Aufsatze: „Über ein allgemeines Princip der Undulationslehre etc."

Von dem w. M., **Dr. Christian Doppler.**

Der geehrte Herr Verfasser der Abhandlung „Über ein allgemeines Princip der Undulationslehre etc." [1]) hat mich unter gleichzeitiger Zusendung eines Bürsten-Abzuges derselben brieflich und zwar ausdrücklich aufgefordert, meine allenfallsigen abweichenden Ansichten und Bedenken über den Inhalt derselben auszusprechen, da, seiner Überzeugung nach, die Wissenschaft durch eine gründliche Discussion dieses ihm hochwichtig scheinenden Gegenstandes nicht anders als gewinnen könne. — Es könnte als eine Unterschätzung einer solchen directen Aufforderung oder auch als ein Mangel an wissenschaftlichem Interesse von meiner Seite gedeutet werden, würde ich derselben, so ungern dies aus später einleuchtenden Gründen auch geschieht, nicht ungesäumt nachkommen. Ja, es würde dies sogar früher schon geschehen sein, hätte ich nicht auf die im Vortrage zugesagte Fortsetzung derselben, wiewohl bis jetzt vergeblich gewartet.

Durch die erwähnte, der Form nach jedenfalls ungewöhnliche Aufforderung wollte der geehrte Herr Verfasser wohl ganz unzweifelhaft mir zu erkennen geben, („denn welch' sonstige Deutung liese diese zu?") dass er nämlich mit meinen, ihm wohlbekannten Ansichten „Über den Einfluss der Bewegung auf Ton- und Farbeempfindung," welche allerdings mit dem vom Herrn Verfasser behandelten Gegenstande in sehr naher Beziehung stehen, nicht einverstanden sei. Doch, wenn darüber ja noch ein Zweifel obwalten könnte, so würde nebst Sonstigem schon der blosse Inhalt der Abhandlung selber, wie er nunmehr Jedermann zur Beurtheilung vorliegt, mehr als genügen, diesen zu zerstreuen. —

Der geehrte Herr Verfasser hat sich nämlich, den schon von Couchy angedeuteten und betretenen Weg weiter verfolgend, die verdienstliche Aufgabe gestellt, in mehr hervorhebender Weise als dies bisher geschah darzuthun: „dass bei jeder schwingenden

[1]) Über ein allgemeines Princip der Undulationslehre: Gesetz der Erhaltung der Schwingungsdauer, von dem w. M. Prof. Jos. Petzval. — Sitzungsberichte, Februar-Heft 1852, pag. 134.

Bewegung die Schwingungsdauer eine constante, weder von der Dichte des Mittels noch von der in demselben sonst noch vorhandenen Strömungen abhängige Grösse sei." — Es kann mir, so wie sicherlich Niemandem beifallen, die Richtigkeit seiner Argumentation, ja selbst die Richtigkeit seiner endlichen Schlussfolgerung bezweifeln zu wollen, in soferne sich diese Deduction nur auf den rein objectiven innern oder mechanischen Vorgang selber beschränken sollte. Wo dies beabsichtigt wird, da verbieten es ein für allemal die scharfe Auffassung des beabsichtigten Zweckes, die Gefahr einer möglichen Missdeutung, so wie endlich die streng wissenschaftliche Consequenz überhaupt, die nur correlativen, nicht aber einfach substituirbaren Begriffe von Ton und Farbe, welche sich bloss auf Empfindungen beziehen, mit jenen von Schwingungszahl oder reciproker Schwingungsdauer zu identificiren, ja auch nur überhaupt diese Worte im Contexte irgendwo zu gebrauchen; da ja eben dieser Unterschied zwischen subjectiver Empfindung und objectivem Sachverhalte, wie man sogleich sehen wird, einerseits behauptet, andererseits geläugnet wird. Geschieht nun nichts destoweniger eine solche ungerechtfertigte Verwechslung dieser heterogenen Begriffe fortwährend im Verlaufe der betreffenden Deduction, so ist nur einer der beiden Fälle denkbar, nämlich: entweder ist dem Verfasser das erwähnte Theorem von dem Einflusse der Bewegung auf Ton- und Farbempfindung ganz und gar unbekannt, oder aber es hält derselbe diese Ansicht, eben weil er sie absichtlich ignorirt, für unrichtig und falsch. — Dies angewendet auf unseren vorliegenden Fall, muss vorerst gesagt werden, dass in des Herrn Verfassers Abhandlung in der That eine solche Hintanhaltung und Abweisung der Begriffe, „Ton und Farbe" nirgends zu bemerken ist, vielmehr diese mit jenen von Schwingungszahl und reciproker Schwingungsdauer allerwärts identificirt erscheinen. (S. 142, Seite 143 u. s. w.) — Da nun weiters nicht angenommen werden kann, dass dem Herrn Verfasser meine diesfallsigen Ansichten unbekannt gewesen sein konnten, da ja selbst an diesem Orte bereits schon mehrmals davon ausführlich die Rede war: so erübriget sofort nichts mehr, als anzunehmen, dass derselbe die Richtigkeit meiner Theorie gänzlich in Abrede stellt. — Allein es hätte hiezu nicht einmal erst einer solchen Beweisführung bedurft, da ja der Verfasser selber in seiner Abhandlung diese Nichtanerkennung geradezu in den Schlussfolgerungen ausspricht. So

heisst es u. a. Seite 142, Zeile 14: „Ist daher ein schwingender und seine Schwingungen an die Luft oder dem Äther mittheilender Körper zugleich im Zustande einer Bewegung anderer Sorte u. s. w., so findet jede dieser beiden Bewegungen so Statt, als ob die andere gar nicht da wäre und der von der Undulation erzeugte Ton bleibt derselbe, was auch die andere von der Tonquelle angenommene Bewegung sein mag." — Noch bestimmter aber erhellet dies aus Seite 143, Zeile 22. Es heisst daselbst wörtlich, wie folgt: „Um eine klare Anschauung der Beweggungsweisen, von denen hier die Rede ist, zu geben, kann man sich ein schwingendes Pendel denken, dessen Linse entweder selbst ein tönender Körper ist oder einen solchen birgt." Hier hat man offenbar eine Ruhelage und zwei Sorten von Bewegungen des Mittels, in dem sich ein solches System befindet: die eine rühret von den Schwingungen des Pendels her, die andere von den ungleich kleineren Vibrationen des tönenden Körpers, und der Ton ist derselbe, ob sich das Pendel in Bewegung befindet oder in Ruhe. — Es stehet demnach fest, dass der Herr Verfasser den Einfluss der Bewegung auf Ton- und Farbeempfindung läugnet, und es mir überlässt, sofort die Richtigkeit dieses Theorems, wenigstens ihm gegenüber darzuthun. —

Es gibt bekanntlich Wahrheiten, welche sich noch vor aller und jeder Erfahrung und noch vor irgend welchem Versuche mit aller Sicherheit und Bestimmtheit als solche erkennen und nachweisen lassen. Von solcher Art ist z. B. die folgende: Angenommen, es befinde sich an irgend einem Orte eine Wellenquelle etc., welche in jeder Secunde etwa n Wellen aussendet, und in irgend beliebiger Entfernung davon ein Punkt $\boldsymbol{B}$: so ist klar, dass, so lange A und $\boldsymbol{B}$ ihren Ort nicht verlassen, beim Punkte $\boldsymbol{B}$ ebensoviele, d. h. n Wellen in jeder Secunde anlangen werden. Dies kann aber augenscheinlich dann nicht mehr der Fall sein, wenn die Wellenquelle A oder der Punkt $\boldsymbol{B}$ oder endlich beide zugleich ihren Ort verändern, sich z. B. in gerader Linie einander nähern oder aber von einander entfernen. Leicht sieht man ein, dass bei einem Annähern von A zu $\boldsymbol{B}$ mehr — bei einem Entfernen derselben weniger Wellen in derselben Zeit beim Punkte $\boldsymbol{B}$ anlangen müssen, als bei ruhendem A und $\boldsymbol{B}$, da ja in ersterem Falle der Ort, wo die Wellen anzulangen haben, ihnen beziehungsweise entgegeneilt, ihnen also ihren Weg abkürzt, — im

zweiten dagegen vor ihnen zurückweicht und somit denselben verlängert. Jede einzelne Welle hat demnach bei unveränderter Geschwindigkeit im ersten Falle einen kürzern, im zweiten dagegen einen längern Weg zurückzulegen, als die unmittelbar ihr vorangehende, und als dies überhaupt sonst der Fall sein würde. Der kürzere Weg bedingt aber bei sich gleichbleibender Geschwindigkeit eine kürzere Zeit, und die kürzere Zeit eine grössere Anzahl der in der Secunde bei *B* anlangenden Wellen; das gerade Gegentheil davon findet im zweiten Falle statt. Es bedarf in der That nur der allerersten Elemente der Mathematik, um selbst den numerischen Betrag dieses Unterschiedes sofort genau angeben und bestimmen zu können. Diese Betrachtungen sind, da sie nur Zeit und Raum in sich schliessen, rein phoronomischer Natur und haben mit dem objectiven innern Vorgang der Wellenerzeugung an und für sich gar nichts zu schaffen. Setzt man an die Stelle des mathematischen Punktes *B* einen Beobachter, so lautet obige zu einem Theorem formulirte Schlussfolgerung wie folgt: „Wenn eine Ton- oder Lichtquelle und ein Beobachter sich einander nähern oder sich von einander entfernen, so erleiden Ton und Farbe für die Wahrnehmung eine dieser Bewegung entsprechende Änderung."

Dies, nicht mehr und nicht weniger, habe ich mir stets mit Bestimmtheit zu behaupten erlaubt, und ich habe sogar jetzt noch den Muth für dessen Richtigkeit einzustehen. —

Obgleich nun, wie gesagt, diese und ähnliche Schlussfolgerungen der Bestätigung durch die Erfahrung gar nicht einmal erst bedürfen, um als richtig erkannt zu werden: so liebt es doch die Wissenschaft, auch diesen Weg der Bestätigung zu betreten, zumeist in der Hoffnung, über einzelne specielle Verhältnisse, weitere Aufschlüsse zu erhalten. Und so ist es denn gekommen, dass auch diesem meinem einfachen Theoreme, nachdem dasselbe von den vorzüglichsten Physikern beifällig und zustimmend aufgenommen worden war, die Auszeichnung zu Theil wurde, in Belgien, England und Frankreich durch directe Versuche auf Eisenbahnen die vollständigste Bestätigung zu erfahren. Auch bildet es bereits, was gleichfalls für eine ziemlich verbreitete Anerkennung spricht, einen stehenden Lehrsatz in mehreren der neuesten physikalischen Lehrbücher. — Bei einer solchen Sachlage hätte ich fürwahr nimmer geglaubt, desshalb und zwar hierorts erst noch eine Lanze einlegen zu müssen! —

Zur Meinungsäusserung nun schon einmal aufgefordert, kann ich von dem nunmehr gewonnenen Standpunkte aus nicht umhin, wenigstens auf Einiges im Vortrage des Herrn Verfassers hinzudeuten, was, ich gestehe es offen, mir theils ganz und gar unrichtig, theils ungerechtfertigt zu sein scheint.

Der Herr Verfasser führt es z. B. Seite 143 als eine, aus den von ihm aufgestellten vier Differentialgleichungen gezogene, gleichsam unfehlbare Schlussfolgerung an, dass ein mit einer Tonquelle versehenes schwingendes Pendel genau denselben Ton erzeugen müsse, als wie wenn es ruhte. Ein solcher Erfolg aber wird, man vergebe mir die Bestimmtheit des Ausdruckes, nun und nimmermehr eintreffen. Vielmehr wird ein solches schwingendes Pendel bei jedem Annähern eine Tonerhöhung, bei jedem Zurückgehen eine Tonerniedrigung veranlassen. Man braucht zur Schlichtung dieser unserer differirenden Ansichten gar nicht einmal erst einen neuen Versuch anzustellen, man hat ihn schon und zwar im grossartigsten Massstabe angestellt, nämlich auf der Eisenbahn zwischen Utrecht und Marsen. Das Pendel des Herrn Verfassers war dort die mit einer Tonquelle versehene Locomotive, — die hin- und hergehenden Schwingungen des Pendels aber wurden recht gut, und ganz eigentlich, durch das Ankommen und Zurückfahren der Locomotive repräsentirt. Sämmtliche aufgestellte Musiker nun und die übrigen anwesenden Personen sagten einstimmig aus, dass der kommende Ton stets höher, der gehende stets tiefer vernommen wurde, als der stehende? —

Ebenso und aus ganz denselben Gründen muss ich die Richtigkeit der Seite 142, Zeile 26, aufgestellten Behauptung gänzlich in Abrede stellen, u. s. w.

Da nun selbst ein Aristoteles die Erfahrung respectirt, so frägt es sich, liegt der Grund der nachgewiesenen Nichtberechtigung zu diesen mit der Beobachtung im directen Widerspruche stehenden Behauptungen, in den von dem Herrn Verfasser aufgestellten vier Differentialgleichungen, oder aber in der Art und Weise, wie diese Folgerungen aus ihnen abgeleitet wurden??

Der geehrte Herr Verfasser hat ferner am Schlusse seiner Abhandlung (Seite 155, Zeile 25) durch die Aufstellung eines allgemeinen Satzes, welchen er „das Princip der Erhaltung der Oscillationsdauer" zu nennen vorschlägt, den minderbewanderten Wissensbeflissenen ein Wahrzeichen bieten wollen, welches sie vor den

Gefahren wissenschaftlicher Verirrungen sichern sollte; — und er fordert, wenn auch nicht ausdrücklich, so doch selbstverständlich die verehrte Classe auf, das Ihrige gleichfalls zur Realisirung des von ihm im Auge gehabten Zweckes beizutragen, was wohl so viel heissen soll, als diesen Ausspruch zu dem Ihrigen zu machen. Dies allein schon war für mich Grund genug, auch meine Ansicht über diesen Gegenstand hier niederzulegen. — Von dem Standpunkte aus, auf welchen mich nämlich meine Überzeugung stellt, kann ich nicht anders als es sehr bedauern, dass dieser Satz ohne alle, wie es mich dünkt, schon durch den Zweck selber gebotene, nunmehr aber als nothwendig nachgewiesene Restrictionen hingestellt wurde. Wenn irgendwo, so schien es hier dringend angezeigt, ausdrücklich zu erklären, dass dieser Satz nur in rein mechanischem und objectivem Sinne eine Geltung habe, dagegen aber auf Ton und Farbe und alles was damit zusammenhängt, ganz und gar keine Anwendung findet. — Da dies nun nicht geschah, so steht sehr zu befürchten, dass das, was den erwähnten Wissensbeflissenen zu einer Leuchte dienen sollte, für sie vielleicht zu einem Irrlichte wird, wie wohlmeinend auch die Absicht sein mochte, die ihnen eine solche Gabe bieten wollte. — Denn es genügt nicht, worin mir der geehrte Herr Verfasser gewiss gerne beipflichten wird, den minder bewanderten Schiffern auf dem Ocean des Wissens, zumal bei gefährlichen Passagen, einfach den einzuhaltenden Curs des Fahrzeuges bekannt zu geben, sondern es müssen ihnen unerlässlich, soll für ihre Sicherheit gut gesorgt sein, zugleich die Untiefen und Klippen bezeichnet werden, die ihnen rechts oder links mit Verderben drohen. —

Man kann endlich, wie es mich deucht, nicht sagen, dass es eine grosse und eine kleine Wissenschaft gebe, es wäre denn, man wollte gross jene nennen, die vorzugsweise vor Irrthum zu schützen vermöchte. Newton, Leibnitz, Euler, Laplace, Poisson, und wie die Männer unsterblichen Namens alle heissen, welche wir als unsere Meister und Lehrer zu betrachten gewohnt sind, haben einen solchen Unterschied niemals gemacht! — Ihnen galt vielmehr, unberührt von wissenschaftlichem Hochmuthe, jede neue Wahrheit für gleich beachtenswerth und gleich anerkennungswürdig, und sie hielten es für eine heilige, von der Wissenschaft ihnen auferlegte Pflicht, dieser ihre gebührende Stelle im wissenschaftlichen Systeme anzuweisen und sie in dieser ihrer Stellung zu beschützen. Denn ihr

bescheidener Sinn liess sie erkennen, dass zumeist aus ganz Unscheinbarem, zwar aber dafür Wahrem die Wissenschaft sich aufbauet. —

Indem ich nunmehr glaube, der an mich ergangenen Aufforderung Genüge gethan zu haben, erübrigt mir nur noch, an die verehrte Classe das Ersuchen zu stellen, diesen gegenwärtigen Aufsatz in die Sitzungsberichte aufnehmen zu wollen.

Bemerkung, denselben Gegenstand betreffend.

Von dem w. M., **A. v. Ettingshausen.**

Auch ich erhielt von unserem verehrten Mitgliede, Herrn Professor Petzval, eine freundliche Aufforderung, die Bemerkungen, wozu mir dessen Vortrag vom 15. Jänner Anlass gegeben, vor die Classe zu bringen. Ich erlaube mir daher, hier die Ansicht zu äussern, welche ich Herrn Professor Petzval bereits mündlich anzudeuten mir die Freiheit nahm, nämlich, dass die Allgemeinheit des Ausspruches, womit derselbe die Unveränderlichkeit der Schwingungsdauer bei der Fortpflanzung vibrirender Bewegungen in Medien als Princip hinstellte, zu Irrungen Veranlassung geben könnte, sofern der Satz in solcher Form den Erscheinungen widerspricht, welche Herr Professor Doppler auf theoretischem Wege zuerst erkannt hat, und die seitdem auch, wie es nicht anders sein konnte, durch die Erfahrung bestätigt worden sind.

Wenn es sich darum handelt, den Bewegungszustand eines Mediums zu berechnen, der durch die, eine gewisse Zeit hindurch fortgesetzte Einwirkung eines schwingenden Körpers herbeigeführt wird, so bietet jeder, während eines unendlich kleinen Zeittheiles von dem Körper verübte Impuls, einen besonderen initialen Zustand des Mediums dar, welcher seine eigene Wirkung im Medium erzeugt, und es ist der in irgend einem späteren Augenblicke vorhandene Bewegungszustand jedes Punktes im Medium das Resultat der Zusammensetzung der einzelnen Bewegungen, die dem Punkte in dem gedachten Augenblicke zufallen. Dieser von den Mathematikern längst betretene Weg führt, in der Voraussetzung, dass der vibrirende Körper selbst sich in einer fortschreitenden Bewegung befinde, genau zu den von Herrn Professor Doppler aufgestellten Sätzen.